賜諾殺濃餌劑在酪梨園誘殺東方果實蠅（*Bactrocera dorsalis* (Hendel)）（雙翅目：果實蠅科）之效果評估

何坤耀[1*]　洪士程[1]　鍾志明[1]　陳健忠[2]

1.嘉義市　行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所
2.台中縣霧峰鄉　行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

（接受日期：2008 年 12 月 30 日）

摘　要

何坤耀*、洪士程、鍾志明、陳健忠　2008　賜諾殺濃餌劑在酪梨園誘殺東方果實蠅（*Bactrocera dorsalis* (Hendel)）（雙翅目：果實蠅科）之效果評估　植保會刊 50(3, 4) : 77-86

東方果實蠅（*Bactrocera dorsalis* (Hendel)）在台灣的酪梨園普遍發生，本研究分別在嘉義竹崎及農業試驗所嘉義分所之酪梨園進行，面積分別爲 0.6 ha 及 0.3 ha。以市售 0.02% 賜諾殺濃餌劑稀釋 8 倍點噴誘殺後，再懸掛番石榴果實網袋包誘捕東方果實蠅，以評估防治效果。嘉義竹崎酪梨園處理區誘得之雌、雄蟲數皆較無處理對照區爲低，經統計分析並無顯著性差異。處理區之平均果實被害率及被害度亦較對照區爲低，統計上並無差異。處理區 16 週誘得之平均雌蟲數爲對照區之 1.6 倍，而平均防治率可達 50.9 %。另在嘉義分所酪梨園之調查結果顯示，無處理對照區其 7 週平均果實被害率爲 55.4 %，與賜諾殺濃餌劑處理區之 22.5 % 有極顯著的差異，處理區之平均防治率亦可達 56 %。綜合此兩處試驗結果可知，賜諾殺濃餌劑之田間防治率可達 50 %，顯示其具有田間防治的效力，值得繼續應用推廣。

（關鍵詞：賜諾殺餌劑、酪梨、誘引劑、東方果實蠅）

* 通訊作者。E-mail：kunyawho@dns.caes.gov.tw

緒　　言

東方果實蠅（*Bactrocera dorsalis* (Hendel)）在台灣廣泛危害柑桔、番石榴、芒果、楊桃、蓮霧、釋迦、印度棗、人心果及酪梨等多種重要水果[1, 2, 7]，而使用農藥防治此蟲所引起的抗藥性、殘留毒性及環境污染等問題亦已普遍受到社會消費大眾的關注。因此，不使用農藥或選用比較安全的防治技術，例如誘引劑的開發利用，已成為對東方果實蠅綜合管理之重要策略。其中包括對雌、雄蟲誘引劑的研發與篩選比較[1, 7, 10]，及誘引餌、器的改良與技術方法改進等[2, 6, 9]，已皆有良好的研究基礎。

目前市售由美國 Dow AgroSciences 開發之 0.02 % 賜諾殺濃餌劑（GF120，Spinosad），其 99.98 % 基質成分為糖、水及蛋白質水解物，有效成分為 0.02 % 之 Spinosyn A and D，是一種放線菌之代謝產物。根據作者等在番石榴、柑桔、人心果及芒果等果園之試驗，對東方果實蠅皆具有良好誘殺效果[3, 4, 5]，能顯著降低果實之被害率，而其施用亦無農藥殘留之安全顧慮[8, 11, 12]。為能進一步確認此種餌劑是否在不同時期之其他果園亦具有良好之誘殺效果，特別在嘉義地區之兩處酪梨園進行此一系列之試驗，並與先前之試驗結果相互比較，俾作為將來試驗研究與農民在大面積果園應用之參考依據。

材料與方法

嘉義竹崎之誘殺試驗

在嘉義縣竹崎鄉選定一處面積約 0.6 ha 生長茂密之酪梨園，於 2007 年 5-8 月果實生長期間共進行 16 週誘殺試驗。由果園中間分隔成處理區及無處理對照區，再各區分成 3 小區重覆，每小區中各留有 2 株其果實不套袋供作調查。在處理區施用 0.02 % 賜諾殺濃餌劑（市售之台灣道禮公司產品）稀釋 8 倍，以 2 ml 手提式噴筒，每株果樹由四方位點噴藥液共約 20 ml，直接噴在枝葉上，每週一次。每重複小區中同時各懸掛 1 組番石榴果實網袋包（在 32 目紗網袋內置約 200 g 成熟番石榴，外罩 22×22 cm 黃色粘紙），用以誘引偵測園區內之東方果實蠅密度[2]。每週施藥前及最後一週施藥後 7 天，在每小區逢機調查 100 個果實（視為一樣品），計數東方果實蠅產卵孔數，並將每果上之產卵孔數區分為 1 孔、2 孔、3 孔、4 孔、5 孔及 6 孔以上等 6 個等級，再依此計算被害率、被害度及防治率。計算公式如下：

$$被害率（\%）= \frac{被害果數}{調查果數} \times 100$$

$$被害度（\%）= \frac{\Sigma(被害等級 \times 該等級被害果數)}{6 \times 調查果數} \times 100$$

$$防治率（\%）=(1 - \frac{處理區施藥後被害度 \times 對照區處理前被害度}{處理區施藥前被害度 \times 對照區處理後被害度}) \times 100$$

嘉義分所之誘殺試驗

另在嘉義農業試驗分所內之一處面積約0.3 ha生長較稀疏空曠之酪梨園，於2007年 4-5 月幼果生長期間進行誘殺試驗，共進行 7 週誘殺試驗。除了試區面積減半及試驗期間不同外，其他試驗處理、調查方法及試驗結果之統計分析等皆與上述竹崎酪梨園之試驗相同。

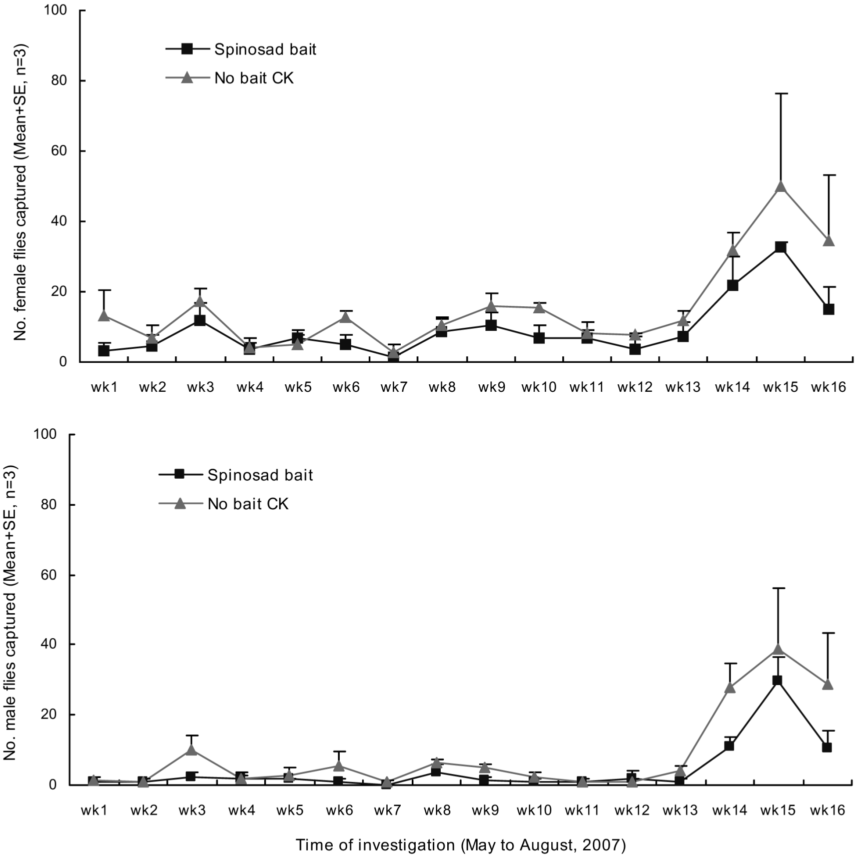
資料分析

以學生氏-t檢定法(Student's t-test) 分析比較兩種處理平均值在顯著水準 5 %下是否有差異顯著性。

結　　果

嘉義竹崎誘殺效果

各試驗小區每週在每個果實網袋包黏紙上所偵測誘得之東方果實蠅雌雄蟲數繪於圖一，無處理區之雌蟲密度在第 1、3、6、9、10 週較賜諾殺處理區爲高，而雄蟲密度則在第 3、6、9 週較高。最後 3 週整個酪梨試區之雌、雄果實蠅密度有明顯增高，而無處理區亦明顯高於賜諾殺餌劑處



圖一、嘉義竹崎酪梨園以賜諾殺餌劑防治東方果實蠅後之密度變化。
（上圖：雌蟲密度，下圖：雄蟲密度）

Fig. 1. The fluctuation of the oriental fruit fly density for 16 weeks with spinosad bait control in avocado orchard at Jhuci, Chiayi. (Above: female flies, Below: male files)

理區。16 週所誘得的平均雌、雄蟲數與果實被害率及防治率列於表一。結果顯示賜諾殺餌劑處理區所誘得之平均雌蟲、雄蟲數分別爲 9.4 及 4.4 隻，均較無處理對照區之 15.5 及 8.6 隻爲低，經 Strudent's t-test 檢定後，並無顯著性差異（p = 0.119 及 0.134)，而對照區所捕獲之雌蟲及雄蟲數約爲處理區的 1.6 及 1.9 倍（表一）。

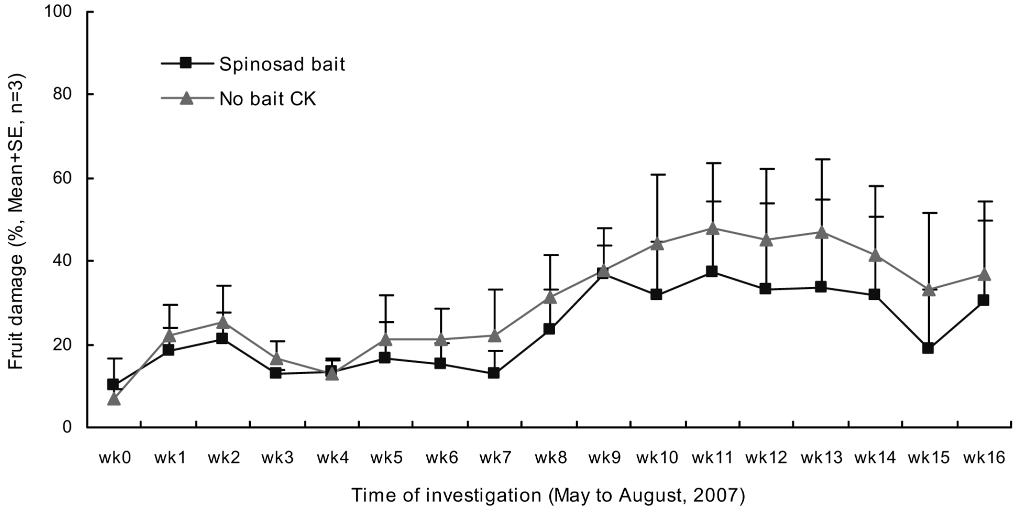
酪梨試區每週果實被害率、果實被害度及防治率之調查結果繪於圖二。賜諾殺處理與無處理對照區在試驗前其幼、中果時期已有 6.7-10 %的被害率，被害率有逐漸增加的趨勢；第 9 週後，處理區內之果實被害率維持在 30-40 %。依被害果實產卵孔數 6 個等級求得之被害度及其之防治率繪於圖三。由圖中可看出果實被害度維持在 20 %以下，16 週試驗期間之防治率則維持在 40-60 %。賜諾殺餌劑處理區之平均果實被害率爲 24.3 %，低於無處理對照區的 31.6 %，而處理區的果實被害度爲 7.0

表一、賜諾殺餌劑在嘉義竹崎酪梨園防治東方果實蠅之效果

Table 1. The effectiveness of spinosad bait attracting the Oriental fruit fly in avocado orchard at Jhuci, Chiayi

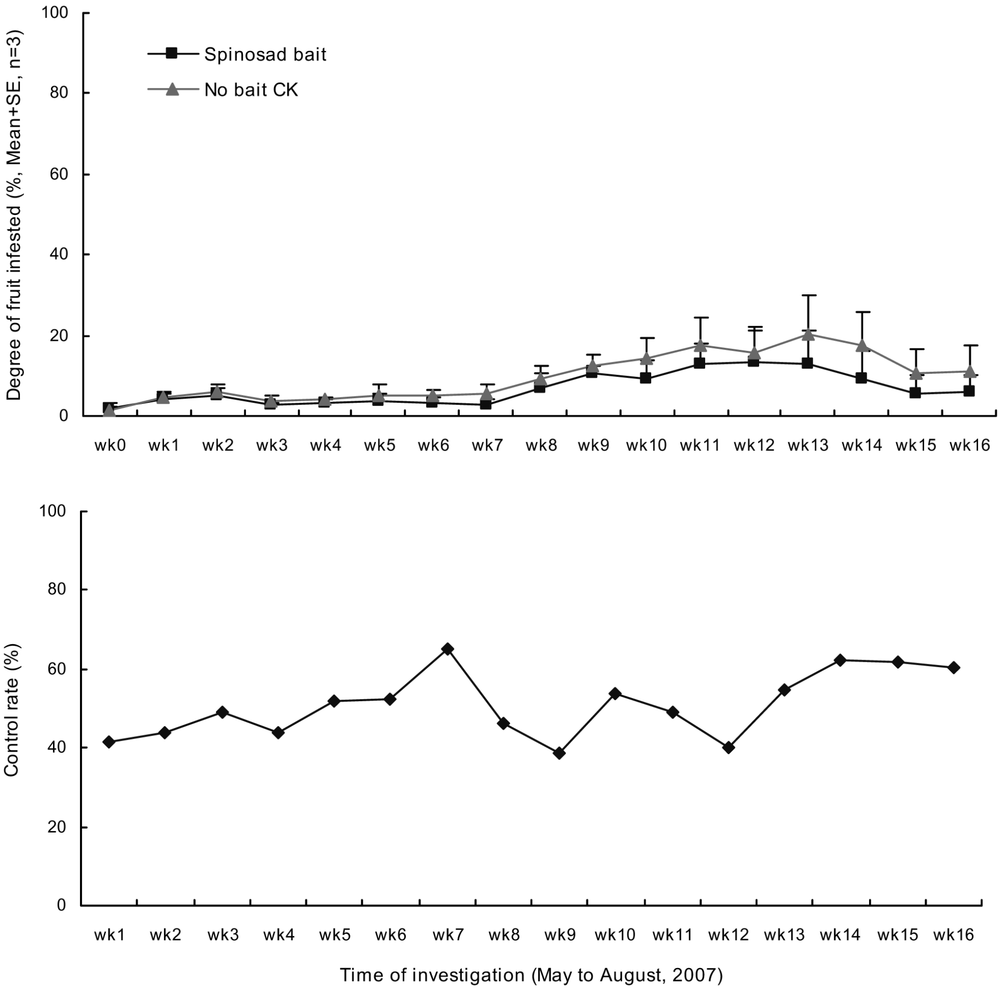
Treatment	No. of flies capture/week		Fruit damage (%)	Degree of fruit infested (%)	Control rate (%)
	Female	Male			
Spinosad bait	9.4± 8.1a[1)]	4.4± 7.5a	24.3± 9.1a	7.0±3.9a	50.9±8.4
check (No bait)	15.5±12.9a	8.6±11.9a	31.6±11.6a	10.1±5.5a	---
p	0.11934	0.13403	0.05460	0.07548	---

[1)] Means (±SD, n=16) in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by t-test.



圖二、嘉義竹崎酪梨園施用賜諾殺防治東方果實蠅之果實被害率。

Fig 2. The percentage of fruit damage by using Spinosad bait for controlling the Oriental fruit fly in avocado orchard at Jhuci, Chiayi.



圖三、嘉義竹崎酪梨園施用賜諾殺防治東方果實蠅之效果。
（上圖：被害度，下圖：防治率）

Fig. 3. The effectiveness by using Spinosad bait for controlling the Oriental fruit flies in avocado orchard at Jhuci, Chiayi.
(Above: degree of fruit infested, Below: control rate)

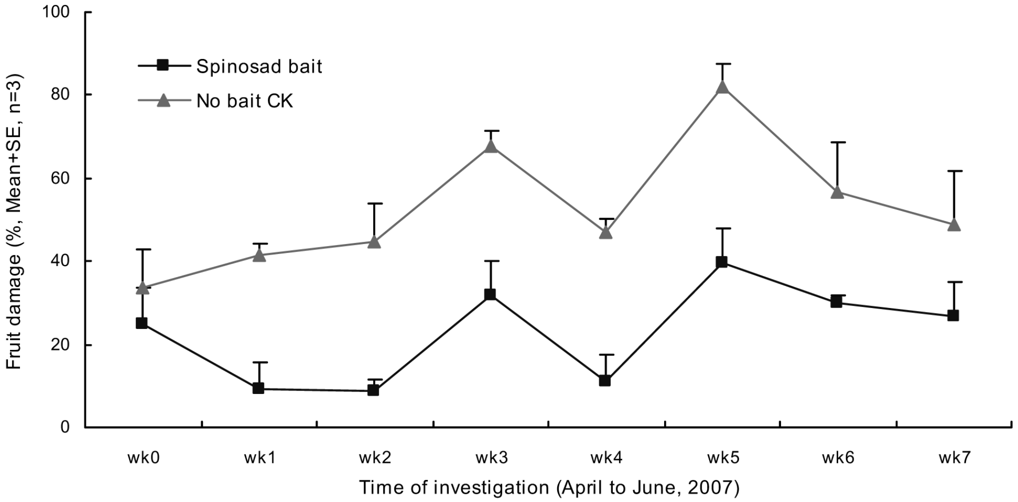
%，也稍低於無處理區的 10.1 %，經統計分析並無顯著性差異存在 (p = 0.055 及 0.075) (表一)。就防治率而言，賜諾殺餌劑之平均防治率爲 50.9 %，顯示賜諾殺餌劑對東方果實蠅具有還不錯的防治效果。

嘉義分所誘殺效果

賜諾殺餌劑在本分所酪梨園之誘殺結果，因園區較爲空曠而植株又稀疏，致使入侵園區準備產卵之東方果實蠅雌蟲能夠作較大幅度之飛行活動，而相對偵測到之果實蠅密度亦較低。7 週平均每週每組網袋包所誘得之雌蟲，在賜諾殺處理區及對照區因分別僅各爲 0.4 隻及 0.6 隻，亦即處理區爲無處理對照區之 66.7 %，於此未再另列表分析。

從每週果實被害率變動圖（圖四）來看，試驗開始時為正值 4 月之小果期，其被害率在 20-30 %。以賜諾殺濃餌劑誘殺 2 週後，果實被害率明顯降至 8.7 %，隨後果實被害率雖稍有增加，均在 40 %以下波動；對照區之果實被害率則有逐漸增加的趨勢，整體而言，無處理對照區之果實被害率明顯高於賜諾殺濃餌劑處理區，於第 5 週時高達 82 %。無處理對照區其 7 週平均果實被害率為 55.4 %，與賜諾殺濃餌劑處理區之 22.5 % 有極顯著的差異（ p = 0.0007）（表二）。

從產卵孔數求得之果實被害度及防治率繪於圖五。從第 1 週至第 7 週之被害度，在無處理對照區皆顯著較賜諾殺濃餌劑處理區為高（圖五上圖）。在無處理對照區之果實被害度平均為 22.7 %，顯著高於賜諾殺濃餌劑（ p = 0.00004），二區相差約 3.9 倍（表二）。在第 1、2、4 週之防治率高達 80%，其中第 4 週之防治率高達 83.9 %（圖五下圖），而 7 週之平均防治率亦達 56 %，此結果更顯示賜諾殺濃餌劑對東



圖四、嘉義分所酪梨園施用賜諾殺防治東方果實蠅之果實被害率。

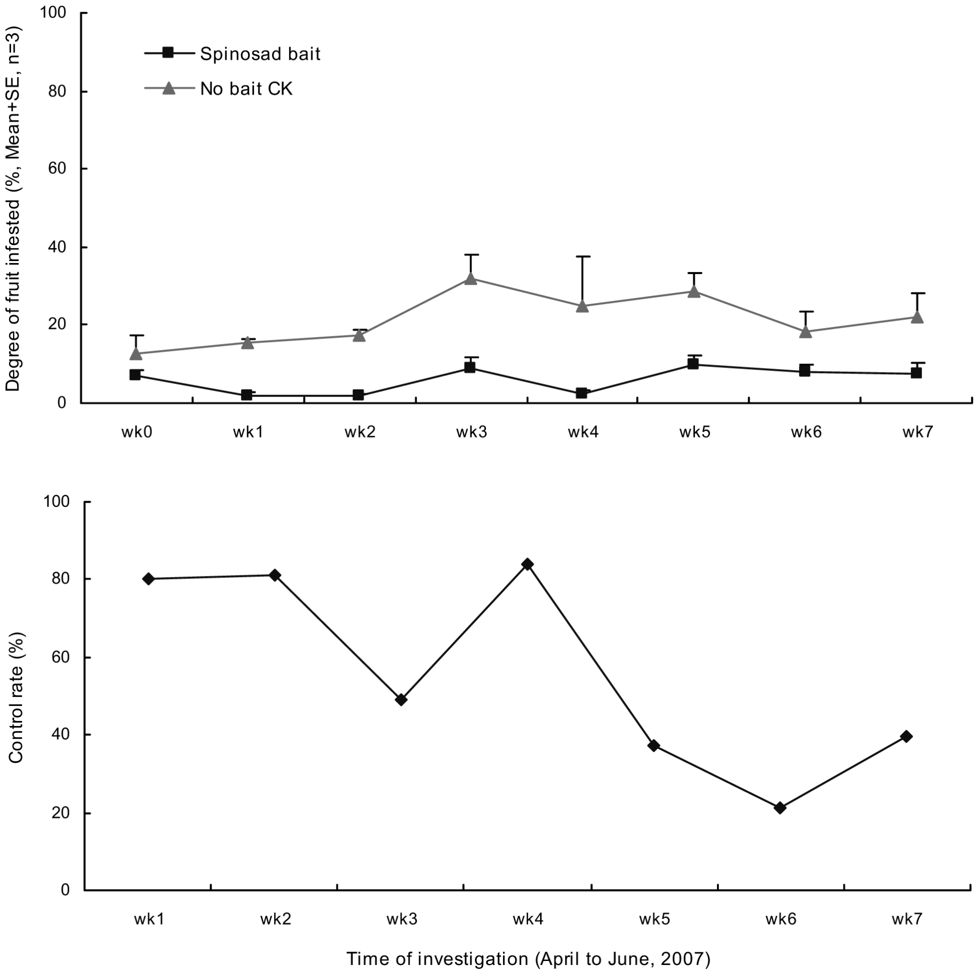
Fig. 4. The percentage of fruit damage by using Spinosad bait for controlling the Oriental fruit fly in avocado orchard at Chiayi Station.

表二、賜諾殺餌劑在嘉義分所酪梨園防治東方果實蠅之效果

Table 1. The effectiveness of spinosad bait attracting the Oriental fruit fly in avocado orchard at Chiayi Station

Treatment	Fruit damage (%)	Degree of fruit infested (%)	Control rate (%)
Spinosad bait	22.5±12.6b[1)]	5.7±3.6b	56.0±25.4
No bait check	55.4±14.7a	22.7±6.2a	---
p value	0.00071	0.00004	---

1) Means (±SD, n=7) in the same column followed by the different letter are significantly different at 5% level by t-test.



圖五、嘉義分所酪梨園施用賜諾殺防治東方果實蠅之效果。
（上圖：被害度，下圖：防治率）

Fig. 5. The effectiveness by using Spinosad bait for controlling the Oriental fruit fly in an avocado orchard at Chiayi Station.
(Above: degree of fruit infested, Below: control rate)

方果實蠅具有良好之防治效果。

討　　論

在竹崎酪梨園賜諾殺處理試驗區與無處理之對照試區緊緊相鄰，致使對照區之果實蠅亦會被誘殺而導致測得之密度亦相對降低（圖一）。然依往年調查經驗，在相隔較遠無處理果園內之果實蠅密度往往會更高，此可由何等 (2005) 之報告中[3]在番石榴園每週每網袋包即可偵測到 45.1 隻雌蟲來相佐證。試驗後期適逢 8 月之東方果實蠅發生高峰期，同時又是酪梨果實成熟期，故此時期於園區內誘得之雌、雄蟲數皆較高。

因為竹崎試驗區較為獨立而植株又茂

盛，又因每週外來侵入試區之果實蠅並不多，大多爲園區內繁殖之蟲源，而處理區又與對照區緊鄰，誘殺後使對照區雌蟲密度也會相對降低。因而在表一中對照區之平均果實被害率僅高於處理區 1.3 倍，統計分析結果二者並無差異顯著。

由圖三之果實被害度顯示，於全期試驗期間，在酪梨園不論是幼、中、大果，賜諾殺濃餌劑對東方果實蠅具有 40-60 % 之防治率。然依往年之情形，不套袋而又無適當防治之酪梨果實，其被害率有可能達 100 %，而每個被害果上之產卵孔亦往往超過 6 孔，亦即其被害度相當高。2007 年在竹崎果園以賜諾殺濃餌劑誘殺後，根據該試區園主初略估計，其被害程度降低約 70 %，亦即有很明顯的防治效果。

在嘉義分所之酪梨試區由於較爲開闊而偵測到之果實蠅密度很低，然由園區附近入侵賜諾殺濃餌劑處理區而被誘殺之果實蠅確實不少，致使無處理對照區之被害率平均仍高達 55.4 %（表二）。然因爲本處理試驗區亦與對照區相緊鄰，致使對照區內之果實蠅可能亦爲賜諾殺所誘殺，而使得此無套袋防治對照區之果實被害率（圖四）亦非如往年之百分之百。

依圖五之被害度及防治率，因被害度係進一步將被害果之產卵孔數細分爲 6 級，故更能顯現出處理區之防治效果。如同在竹崎試驗區之結果（圖三）相似，在本分所較小之酪梨園試驗區，亦能顯示出賜諾殺濃餌劑對東方果實蠅之良好誘殺效果。

綜合上述嘉義兩酪梨試驗區之誘殺試驗結果，在竹崎賜諾殺濃餌劑處理試驗區之雌、雄蟲數及竹崎、嘉義分所兩試驗區之被害率、被害度皆較無處理對照區者顯著爲低，且平均防治率皆達 50 % 以上。由於 0.02 %賜諾殺濃餌劑是一種放線菌自然代謝產物並混合醣及蛋白的生物性製劑[12]，對多種昆蟲類具良好的毒殺效果，農藥殘留毒性低，對人畜較爲安全[8]，因此，在歐美等國家之有機農業上已多被認可採用。在台灣果園害蟲管理上亦日益趨向使用較低毒或殘留毒性低之農藥，而賜諾殺濃餌劑目前亦已在有機農業上通過可以使用，故以賜諾殺濃餌劑在酪梨園誘殺東方果實蠅爲頗具應用之潛力。

引用文獻

1. 朱耀沂、黎瑞鈴、童智虹、林世雄、陳淑佩。1996。三種誘殺資材對東方果實蠅之誘殺效果。植保會刊 38：59-65。
2. 何坤耀、洪士程、李後晶、許洞慶、朱耀沂。2004。果實網袋包與渦旋式誘蠅器在斗六番石榴園對東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) (雙翅目：果實蠅科) 之誘殺效果。台灣昆蟲 24：65-72。
3. 何坤耀、洪士程、陳健忠。2005。賜諾殺濃餌劑在番石榴園防治東方果實蠅 (雙翅目：果實蠅科) 之效果評估。台灣農業研究 54：162-168。
4. 何坤耀、洪士程、陳健忠。2007。賜諾殺濃餌劑誘殺東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) (雙翅目：果實蠅科) 之效果評估。台灣昆蟲 27：147-155。
5. 何坤耀、洪士程、陳健忠、程永雄。2006。賜諾殺濃餌劑防治柑桔園東方果實蠅 (雙翅目：果實蠅科) 之效果評估。台灣農業研究 55：101-110。
6. 陳健忠、董耀仁、鄭玲蘭。2001。改良

型麥氏誘殺器對東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) (雙翅目：果實蠅科) 誘殺效果評估。台灣昆蟲 21：65-75。

7. 劉玉章、黃任豪。2000。改良糖蜜引誘劑對東方果實蠅之引誘效果。植保會刊 42：223-233。
8. Anonymous. 2001. Material safety data sheet for Spinosad Technical. Dow AgroSciences, Indianapolis, IN.
9. Gazit, Y., Roessler, Y., Epsky, N. D., and Heath, R. R. 1998. Trapping females of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel: Comparison of lures and trap type. J. Econ. Entomol. 91: 1355-1359.
10. Jang, E. B. 1997. Development of attractants for female fruit flies in Hawaii, pp. 115-116. *In:* A. J. Allwood and R. A. I. Drew [eds.], Proceedings, No. 76. Management of Fruit Flies in the Pacific ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research). Nadi, Fiji.
11. Salgado, V. L. 1998. Studies on the mode of action of Spinosad: Insect symptoms and physiology correlates. Pestic. Biochem. Physiol. 60: 91-102.
12. Thompson, G. D., Dutton, R., and Sparks, T. C. 2000. Spinosad - a case study: an example from a natural products discovery programme. Pest Manage. Sci. 56: 696-702.

ABSTRACT

Ho, K. Y.[1*], Hung, S. C.[1], Jong, T. M.[1], and Chen, C. C.[2] 2008. Effectiveness of Spinosad bait attracting the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), in avocado orchards. Plant Prot. Bull. 50(3, 4): 77-86. ([1] Chiayi Agricultural Experiment Branch, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Chiayi 60044, Taiwan (ROC); [2] Applied Zoology Division, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung 41301, Taiwan (ROC))

The Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), is commonly occurred at avocado orchards in Taiwan. This study was proceeded at Jhuci, Chiayi and Chiayi Agricultural Experiment Branch with areas 0.6 ha and 0.3 ha, respectively. The number of female and male flies caught with guava fruit-sticky-bag, as a control efficacy index, while without bait (check plot) were significantly higher than bait with Spinosad which 0.02% Spinosad bait diluted 8-fold was used at Jhuci. The average percentage of fruit damage and degree of fruit infested in bait with Spinosad plot were also lower than in check plot, the female number from the bait with Spinosad plot was 1.6 times higher than the check plot, and the control rate was up to 50.9% averaged from 16 weeks. The result from Chiayi Branch showed that the average percentage of fruit damage in check plot from 7 weeks was 55.4% which was significantly different to the 22.5% in treated plot, and the control rate was also up to 56%. The results from these two experiments showed that the bait with Spinosad could provide a good control efficacy, with more than 50% control rate, at such small avocado orchard that should have an applying and extension potential.

(Key words: Spinosad bait, avocado, attractant, *Bactrocera dorsalis*)

*Corresponding author. E-mail: kunyawho@dns.caes.gov.tw